 35.

Royal Institution of Great Britain.

1852.

EXTRA EVENING MEETING,

Wednesday, March 31.

SIR CHARLES LEMON, BART, M.P., F.R.S. in the Chair.

M. P.-H. BOUTIGNY (d'Evreux).

Etudes sur les Corps à l'état sphéroïdal.

LES Phénomènes qui se rapportent à cette partie de la Physique ont du être entrevus dès la plus haute antiquité. Le premier qui fit chauffer un silex, un morceau de granit ou un métal quelconque, et qui laissa tomber accidentellement ou volontairement sur sa surface quelques gouttes d'eau dut remarquer que cette eau ne se comportait pas comme lorsqu'on l'échauffait dans les conditions ordinaires. En remontant aux traditions les plus reculées, peut-être trouvait-on la trace de cette observation dans ces paroles du Livre de *La Sagesse* (verset 19 du chap. xix) : " Le feu surpassant sa propre " nature, brûlait au milieu de l'eau, et l'eau oubliant la sienne ne " l'éteignait point." Au moyen âge, les verriers paraissent avoir connu cette propriété et en avoir fait une application assez ingénieuse à leur art. Quelle que soit l'antiquité de cette remarque, on peut dire que les phénomènes qui s'y rapportent n'ont été réellement observés que vers le milieu du dernier siècle, et à peu près dans le même tems par Eller* et par Leidenfrost.† Depuis lors le petit nombre de physiciens qui se sont occupés de ce phénomène, n'ont presque rien ajouté ni aux expériences qui l'eussent reproduit sous de nouvelles formes, ni à son explication théorique.

Tout le monde a observé que lorsqu'on laisse tomber quelques gouttes d'eau dans une capsule rougie au feu, cette eau, loin de se répandre sur le métal et de le mouiller, prend la forme de globules qui roulent à sa surface sans y adhérer. Voilà l'expérience vulgaire qui est le point de départ de toutes les recherches de cet ordre. Dans les cours de Physique, on s'était contenté de dire que l'eau,

* Histoire de l'Académie de Berlin, 1746, page 42.
† De aquæ communis qualitatibus. Duisbourg, 1796.

mise en contact avec un corps incandescent, n'adhérait point à sa surface et s'évaporait plus lentement que lorsque le même corps était porté seulement à la température où le liquide entrait en ébullition; mais on n'avait donné de ce phénomène aucune explication satisfaisante.

Lorsqu'on projette quelques gouttes d'eau sur une plaque d'argent légèrement concave, à la température ordinaire, le liquide en mouille la surface et y adhère par tous ses points en contact. Si l'on échauffe cette plaque, au moyen d'une lampe à l'alcool, l'eau, parvenue à la température de 100 degrés, se convertit en vapeur et passerait tout entière à cet état dans un temps déterminé ; mais si l'on continue d'élever la température de la plaque, au de la de 142° par exemple, le phénomène change de nature ; l'eau cesse d'adhérer à la plaque d'argent, elle ne s'étend plus à sa surface, et semble se replier sur elle-même en prenant la forme d'un sphéroïde applati de haut en bas. La température jusqu'alors fixée à 100°, s'abaisse subitement à $+ 100° - x$, et reste fixe à ce degré, quelqu' effort que l'on fasse et en plaçant l'appareil dans les conditions calorifiques les plus énergiques. L'évaporation loin d'être augmentée par cette élévation excessive de température, diminue au contraire à ce point qu'une même quantité d'eau pour se réduire en vapeur, exige cinquante fois plus de temps que lorsqu'elle est soumise à la température de l'ébullition. Enfin il s'établit dans le sphéroïde des ondulations régulières, entrecroisées, parfaitement visibles et qui offrent la plus grande analogie avec celles qui sont produites par les corps sonores mis en vibration. La même expérience répétée avec la plupart des autres liquides, donne des résultats qui ne varient que proportionnellement aux limites respectives de leur point normal d'ébullition.

Tel est le phénomène principal : telles sont les nouvelles lois auxquelles obéissent les liquides dès qu'ils cessent d'être soumis à la loi ordinaire de l'équilibre de température, loi qui ne s'exerce que dans des limites déterminées et assez restreintes.

Voici les expériences à l'aide desquelles on peut rendre parfaitement sensibles les moindres détails de ce phénomène. Que l'on prenne un corps très combustible, de l'azotate d'ammoniaque, par exemple, qui s'enflamme à une assez basse température, et qu'on le projette sur une capsule de platine, rougie a l'aide d un eolipyle ; ce corps entrera en fusion, prendra la forme sphéroïdale, ne brûlera point et ne se décomposera qu'avec beaucoup de lenteur. Retirez alors l'eolipyle, laissez refroidir la plaque jusqu'au degré où cet azotate s'enflamme ordinairement, aussitôt il fusera et s'enflammera : singulier exemple d'un corps très combustible qui ne brûle point dans les circonstances qui sembleraient les plus favorables à sa combustion et qui brûle dès qu'on le soustrait à l'action d'une trop vive chaleur.

Si au lieu d'azotate d'ammoniaque, on projette de l'iode sur une plaque rougie, tant que celle-ci sera très chaude, les vapeurs d'iode seront à peine visibles ; mais si on la laisse refroidir, l'iode s'étalera à la surface en donnant naissance aux belles vapeurs violettes qui le

caractérisent. Enfin, lorsqu'on verse dans une capsule rougie quelques grammes d'eau distillée, le liquide passe rapidement *à l'état sphéroïdal*; il n'adhère point à la capsule, n'entre pas en ébullition et s'évapore lentement. Si l'on plonge dans le sphéroïde la boule d'un thermométre, celui-ci accusera invariablement une température plus basse que celle de l'eau bouillante; mais si on laisse refroidir la capsule, le thermométre se relevera à 100°, l'eau entrera en ébullition tumultueuse et s'évaporera rapidement dans le tems et les conditions ordinaires.

Ces faits nouveaux et singuliers semblent en opposition manifeste avec les lois connues de la chaleur; d'autres expériences qui sont comme les corollaires des précédentes peuvent servir à montrer toute la portée de ces observations. Ainsi les lois qui régissent les corps passés à l'état sphéroïdal peuvent expliquer certains cas d'explosion des chaudières à vapeur. Si l'on verse deux grammes d'eau distillée dans une petite chaudière sphérique dont le fond est chauffé par un eolipyle et qu'on la bouche fortement; tant que l'eau sera maintenue à l'état sphéroïdal dans son intérieur, il n'y aura pas d'explosion: mais si l'on retire l'eolipyle, un léger bruissement ne tarde pas à annoncer le passage de l'eau à l'état liquide, puis à l'état de vapeur et le bouchon sera lancé violemment dans l'air avec explosion. De même si l'on met de l'eau dans une chaudière d'essai et si on la soumet à une haute température, l'eau ne tardera pas à bouillir et à donner des torrents de vapeur. Si l'alimentation est négligée par une cause quelconque et que la chaudière vienne à rougir, l'eau qu'on y introduira alors acquerra des propriétés nouvelles: elle ne mouillera plus les parois de la chaudière, elle ne s'échauffera pas au dela de 98 dégrés et ne donnera que très peu de vapeurs. Mais si l'on diminue l'intensité des feux, ou bien si l'on introduit une grande masse d'eau froide dans la chaudière, cette eau s'étendra sur les parois, se réduisa brusquement en vapeurs, dont la tension considérable entrainera infailliblement la rupture et l'explosion de la chaudière.

L'abaissement de la température dans les corps passés à l'état sphéroïdal est une loi générale que l'on peut constater en plongeant la boule d'un thermomètre dans des sphéroïdes d'alcool absolu, d'oxide et de chlorure d'ethyle, d'acide sulfureux et d'un grand nombre d'autres corps. Ce phénomène a donné lieu à un résultat tout-à-fait imprévu et des plus remarquables. On sait que l'acide sulfureux anhydre; liquéfié, entre en ébullition à 11° au-dessous de zéro; l'auteur ayant versé quelques grammes de cet acide dans une capsule de platine rougie au feu, (l'air environnant étant légèrement humide,) l'acide sulfureux prit aussitot une apparence opaline, perdit sa transparence, se solidifia et l'opérateur vit avec étonnement que ce solide n'était autre chose qu'un morceau de glace. Pour varier l'expérience, il versa dans le même acide à l'état sphéroïdal quelques gouttes d'eau distillée qui se congelèrent rapidement, enfin un très petit matras contenant un gramme d'eau distillée ayant été plongé dans le même

sphéroïde et retiré au bout d'une demi minute contenait également un petit morceau de glace. Pour montrer que les liquides passés à l'état sphéroïdal n'adhérent plus à la surface du corps échauffant, on fait tomber sur une capsule d'argent ou de cuivre, rougie, de l'acide azotique très concentré; celui-ci roule sur la capsule sans l'attaquer; mais si on laisse refroidir la capsule, il arrive un moment où l'acide attaque le métal avec violence. Autre exemple: un cylindre d'argent chauffé à blanc, étant plongé dans un verre d'eau, on peut voir très distinctement qu'il n'y a pas de contact et que l'eau est maintenue à une certaine distance du cylindre, à mesure que l'équilibre s'établit entre le métal et l'eau, le contact a lieu, un léger sifflement se fait entendre et l'eau entre vivement en ébullition.

Mais ce n'est point à des résultats physiques que se bornent ces curieux phénomènes. Il est évident que ce nouveau mode d'action doit donner lieu à des réactions, à de nouveaux moyens d'analyse et de synthèse chimiques. Certains corps qui ne se décomposent pas à la température de l'ébullition, se décomposent dès qu ils sont amenés à l'état sphéroïdal; d'autres mis en contact sous l'influencc de ce nouvel état moléculaire, se prêtent à de nouvelles combinaisons. Le vin, l'alcool, l'esprit de bois, soumis à l'état sphéroïdal, associent leurs éléments dans un nouvel ordre; l'ether se décompose en dégageant de l'aldehyde; le chlorure d'ethyle décompose l'azotate d'argent; l'ammoniaque dans le même état dissout l'iode; les huiles essentielles, la naphtaline, l'acide benzoique, l'acide citrique et une foule d'autres substances se transforment et donnent naissance à d'autres produits. Ces exemples suffisent pour montrer tout le parti que les chimistes peuvent tirer de ce nouveau mode d'expérimentation et tout ce qu'il promet dans l'avenir de resultats curieux et inattendus.

Cette forme que prennent les corps soumis à une très haute température et à laquelle se rattachent de nouvelles lois physiques, serait, selon l'auteur de ces recherches, une quatrième modification de la matière, qui ferait suite aux états solide, liquide, gazeux et il lui imposa provisoirement le nom *d'état spheroïdal*. Il croit en trouver l'origine et la cause dans les vibrations que le calorique communique à la matière. Le passage d'un état à l'autre s'expliquerait par la coïncidence ou la non-coïncidence du mouvement ondulatoire qui a lieu dans le liquide et dans le corps échauffant. L'analogie des vibrations permettrait le contact et l'adhérence, tandis que leur oppposition les détruirait. L'adhérence une fois détruite, le liquide se replierait sur lui-même, comme l'eau sur une surface graisseé, comme le mercure sur un plan de marbre, ses molécules se rapprocheraient naturellement de la molécule centrale.

Parmi les propriétés des corps amenés à l'état sphéroïdal, il en est deux auxquelles l'auteur attache une importance spéciale. L'une est le pouvoir qu'ils acquièrent de reflêchir le calorique, en se constituant dans un état d'équilibre stable; l'autre est cette faculté de se replier, en vertu d'une attraction particulière vers leur

molécule centrale, comme s'ils étaient réduits à un point matériel isolé dans l'espace, tout en restant soumis à l'attraction terrestre, en sorte que leur forme naturellement sphérique se comprime dans le sens du rayon de la terre. L'auteur tire de ces observations des conséquences fort étendues, applicables à la géologie, à la mécanique terrestre, etc. etc. Il pense que de grandes vérités découleront d'une étude plus approfondie de ces phénomènes. Il pense que la philosophie des sciences fera un pas de géant quand les géomètres analyseront ce phénomène qui a du se produire à la surface du globe sur une grande échelle à l'époque de son incandescence. Peut-être se produit-il encore à la surface du noyau incandescent de la terre.

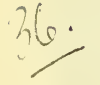
Les recherches relatives à l'état sphéroïdal peuvent conduire à l'explication d'un autre ordre de phénomènes. En l'an 241 Sapor, ou Chapour ordonna aux Mages de faire tout ce qui serait en leur pouvoir pour persuader et ramener les dissidents à la foi de leurs ancêtres. Un des Pontifes du culte dominant, Abdurabâd Mabrasphand, offrit de se soumettre dans ce but à ce qu'il appela l'épreuve du feu. Il proposa que l'on répandit sur son corps nud dix-huit livres de cuivre fondu sortant de la fournaise et tout ardent, à condition que s'il n'était point blessé, les incrédules se rendraient à ce prodige. On dit que l'épreuve se fit avec un plein succès et qu'ils furent tous convertis. Les récits merveilleux sur les épreuves par le feu, au moyen âge, et sur les hommes incombustibles dont quelques-uns se montrent encore sur les places publiques se retrouvent partout. Tout le monde a vu ou entendu parler de ces hommes qui courent les pieds nus sur la fonte incandescente, qui plongent la main dans le plomb fondu ou qui appliquent sur leur langue une lame de fer rougie au feu. Ce fait n'aura plus rien d'extraordinaire, si l'on remarque que l'eau, à l'état spheroïdal, réflechit le calorique rayonnant et que sa température n'atteint jamais celle de son ébullition. Ainsi, lorsqu'on plonge la main, légèrement humide, dans un métal en fusion, l'humidité qui la recouvre passe à l'état sphéroïdal, reflèchit le calorique rayonnant et ne s'échauffe pas même jusqu'à la température de l'eau bouillante. L'étude du même phénomène donne donc l'éxplication naturelle de ces faits en apparence si extraordinaires, qui peuvent aujourdhui se répéter dans les amphithéatres et les cours publics sans aucun danger pour l'opérateur.

On a vu plus haut que l'eau à l'état sphéroïdal jouait un rôle important dans l'une des causes des explosions fulminantes des chaudières à vapeur. L'auteur poursuivant ses études dans cette direction est parvenu à créer un nouveau système de générateur à vapeur, Le principe général de ce nouveau mode de génération de la vapeur réside dans la division extrême de l'eau au moyen de diaphragmes percés de petits trous et superposés dans l'intérieur de la chaudière. On sait que la matière ne s'évapore que par ses surfaces.

Une chaudière de ce système ayant seulement un demi mêtre carré de surface de chauffe évapore de 38 à 40 litres d'eau par heure sous la pression de 10 atmosphères. Dans l'ancien système la même chaudière ne saurait évaporer plus de 10 litres d'eau dans le même temps et sous la même pression. Le rapport est donc : : 1 : 4.

Selon l'auteur, ce nouveau générateur serait absolument inexplosible et destiné à jouer un rôle important dans notre civilisation actuelle en créant une *force domestique,* souvent *gratuite.* En effet, le foyer qui imprimerait le mouvement aux outils de l'atelier donnerait en même temps la chaleur nécessaire, dans tous les climats, à l'existence de l'ouvrier et de sa famille. Ce serait donc à la fois un source de calories et de dynamies avec un seul et même foyer.*

[P.-H. B.]



WEEKLY EVENING MEETING,

Friday, April 30.

William Richard Hamilton, Esq., F.R.S., F.S.A., Vice President, in the Chair.

Thomas H. Huxley, F.R.S., Assistant-Surgeon, R.N.

Upon Animal Individuality.

The Lecturer first briefly described the structure of the Diphydæ and Physophoridæ — pointing out the general conformity of these animals with the common Hydra.

They differ, however, in this important respect; that the body in which the eggs are developed is in Hydra, a simple process; while in the Diphydæ and Physophoridæ the corresponding body presents every degree of complication from this form, to that of a free-swimming, independent " Medusa."

Still more striking phenomena were shewn to be exhibited by the Salpæ. In this genus each species has two forms. In the example chosen these forms were the S. democratica, and the S. mucronata; the former is solitary and never produces ova, but developes a peculiar process the " gemmiferous tube ;" upon which, and from which the associated Salpæ mucronatæ are formed by budding.

---

* On trouvera des détails plus étendus sur ce sujet dans la 3e édit. d'un opuscule que l'auteur espère pouvoir publier prochainement et qui a pour titre : *Nouvelle Branche de Physique ou Etudes sur les corps à l'Etat sphéroïdal.*